Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Zur Kenntnis der Frucht von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* und der Gewinnung von Vogelleim

Von

Friedrich Schiller

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der Universität in Wien, Nr. 269 der zweiten Folge)

(Mit 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. März 1928)

Einleitung.

Infolge der vielen Widersprüche und insbesondere der Angaben von Hanausek (V.) schien es angezeigt, durch eine anatomische und mikrochemische Untersuchung der Beeren von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* sowie auch teilweise ihrer vegetativen Organe darüber Klarheit zu schaffen, welche von beiden genannten Pflanzen als Ausgangsmaterial für die Vogelleimgewinnung tatsächlich in Betracht kommt. Weiters war es notwendig, zur definitiven Klärung Vogelleim selbst zu untersuchen.

Meist wurde die Frage nach der Herkunft des Vogelleimes dahin beantwortet, daß für seine Herstellung wohl nur die Mistel ernstlich in Betracht komme. Bei Nachprüfung der Angaben über die Herstellungsweise, ferner bei der makro- und mikrochemischen Prüfung auf das Vorhandensein von Stoffen in der *Viscum*-Beere, welche im Vogelleim wirksam sein könnten, stößt man jedoch bald auf unüberbrückbare Schwierigkeiten, die schließlich zu dem Ergebnis drängen, daß hier ein grober, in der Literatur mitgeschleppter Irrtum vorliegen muß.

In seiner Monographie über die Mistel widmet Tubeuf (XV, p. 49) auch der Bereitung des Vogelleimes einen breiten Raum. Schon Theophrast, Plinius und Plautus, ferner die unzähligen Kräuterbücher des Mittelalters, die ganze wissenschaftliche und populäre Literatur berichten, daß der Vogelleim aus Mistelbeeren bereitet und zum Vogelfang verwendet würde. Neuere Versuche, die zur Bereitung eines Vogelleimes angestellt wurden, ergaben Schwierigkeiten und ließen Zweifel an der Richtigkeit der Angaben aufkommen, zumal sich noch Meinungen dazugesellten, die nur die *Loranthus*-Beere für das geeignete Material halten. Die Kräuterbücher des Mittelalters wurden in der Regel bloß abgeschrieben, ohne daß die Autoren selbst Versuche unternahmen. Joh. Konrad Aichinger (XV, p. 49ff.) gibt das selbst zu. Böhmer (XV, p. 49ff.) spricht nicht von eigener Erfahrung, wenn er eine Vorschrift zur Bereitung des Leimes aus Beeren und Rindenteilen anführt; desgleichen Wiegleb (XV, p. 49ff.). Lenz (XV, p. 49ff.) berichtet, daß in Italien der Vogelleim aus *Loranthus*-Beeren bereitet wird. Seine eigenen Versuche, aus Mistelbeeren oder Zweigen einen nur zum Fliegenfang geeigneten Leim herzustellen, mißlangen vollständig. Dagegen erwähnt Wiesner (XV, p. 49ff.) 1903, daß man früher den Leim aus Beeren, jetzt aus Blättern und Rinde von *Viscum album* durch Stampfen bereitet. Nach diesen Ausführungen kommt Tubeuf zu folgendem abschließenden Ergebnis, das ich hier wörtlich folgen lasse:

»Jedenfalls ist nirgends eine Person oder ein Geschäft namhaft gemacht, das den Vogelleim aus Mistelteilen herstellt.« Dem wäre noch beizufügen, daß von Tubeuf Fragebogen in ganz Deutschland und Österreich (Monarchie) versendet wurden, so

daß er sich der Mitarbeit weiter Kreise, insbesondere des Forstpersonals, versicherte. Im Jahre 1918 erschien in der pharmazeutischen Post ein Aufsatz von Hanausek (V.), in dem die Bereitung des Leimes aus Rindenteilen eingehend beschrieben wurde. Hanausek lernte gelegentlich eines Besuches in Senftenberg einen Mann kennen, der wie ein Einsiedler in den Auen lebte und seinen Lebensunterhalt von der Leimbereitung fristete. Der gab ihm die folgenden Aufschlüsse: Als Sammelzeit wird 15. August bis Ende Mai angegeben. Die entblätterten Zweige werden in 3 bis 4 *cm* große Stücke zerkleinert und einer dreitägigen Wasserröste unterworfen. Die Mazeration mit Wasser bezweckt die Loslösung der Rinde vom Holzkörper. Nach dieser Behandlung kommt das Material in die Stampfe, in der ohne Wasser die Rinde zerkleinert wird. Die zerstampfte Masse kommt in ein Holzschaff, wird mit heißem Wasser übergossen und stark und lang gewalkt, schließlich zu einem Brotlaib geformt und mit kaltem Wasser abgeschreckt. Der Laib kommt in ein Sieb, das in einem wassergefüllten Trog schief steht. Durch Kneten wird der Leimkuchen von den faserigen Bestandteilen getrennt. Der Leim ist fadenziehend, zähe und erinnert an Leim, der durch Gerbsäure gefällt wurde. Er hat einen weinigen Geruch und wird zweckmäßig unter Wasser aufbewahrt.

Eigene Untersuchungen.

I. Viscum album.

Versuche zur Herstellung eines Vogelleimes aus Beeren und vegetativen Teilen.

Entsprechend der Angabe Hanausek's versuchte ich bei genauer Befolgung dieser Vorschrift eine Darstellung des Leimes. Allein der Erfolg blieb aus. Es ergab sich wohl beim Stampfen der Rindenteile eine ganz geringe hellgrüne, etwas fadenziehende Substanz, die aber beim Übergießen mit Wasser durch Lösung verlorenging. Ich versuchte die Methode zu ändern, steigerte die Dauer der Wasserröste, um eine Gärung zu begünstigen. Auch dieses Beginnen blieb ohne Erfolg. Am Ausgangsmaterial kann es nicht liegen, da ich Misteln der drei Rassen von verschiedenen Standorten zu meinen Versuchen verwendete. Die Zweige wurden von August 1926 bis August 1927 gesammelt und jeden Monat untersucht. (Siehe folgende Tabelle I.) Zum Schluß behandelte ich zerstampfte Rinde mit $5^0/_0$ Kalilauge in der Wärme, um einen eventuellen kautschukartigen Körper zur Abscheidung zu bringen, wie dies beim Kautschuk von *Parthenium argentatum* (III.) geschieht. In diesem Zusammenhang sei auch eine Untersuchung von Iltis (VI.) angeführt, in deren Rahmen Hönig sich mit den Angaben von Reinsch (XI.) beschäftigt, der für vegetative Teile von *Viscum* einen Kautschukgehalt angibt.

Von Hönig wurden genau nach den Reinschen Angaben die Zweige mit Wasser, Alkohol, Äther und Terpentinöl extrahiert. Die alkoholische Lösung ergab ein gelbes, wachsartiges Harz, aus der Ätherlösung resultierte eine dickflüssige, nach Fruchtäther riechende, dunkelgrüne Flüssigkeit. Die Terpentinlösung, die Reinsch als kautschukartige Substanz bezeichnet, wurde einer gründlichen Untersuchung unterzogen. Da die moderne Chemie in dem so charakteristischen Auftreten des Bromderivates eine sowohl empfindliche als auch verläßliche Reaktion auf kautschukartige Substanzen besitzt, wurde versucht, dieses Derivat zu erhalten. Das Ergebnis war negativ. Aus diesen Versuchen geht klar hervor, daß *Viscum album* in seinen vegetativen Teilen keine kautschukartige Substanz enthält.

Tabelle I.

Sammelzeit	Kugeln im Stamm	Leim nach Hanausek	Mistelrassen
Jänner	+ + +	negativ	keine merklichen Unterschiede die Kugeln betreffend.
Februar	+ + +	»	
März	+ +		
April	+		
Mai	+		
Juni	+		
Juli .	+		
August	+		
September	+		
Oktober	+ + +		
November	+ + +		
Dezember	+ + +		

+ = viel, + + = sehr viel, + + + = ungemein reichlich.

Auch mit Beeren wurde durch Kochen in Wasser mit und ohne Pottaschezusatz, wie die Vorschriften angeben, Leimgewinnung angestrebt. Wenn man überdies an Hand der Beerenanatomie, die von Gjokič (IV.) durchgeführt wurde, nach entsprechenden Körpern sucht, kommt man bald zur Einsicht, daß nur der Beerenschleim allein solche Stoffe beinhalten könnte. Der Schleim aber ist auf Grund seiner Lösungs- und Färbungsverhältnisse Zelluloseschleim, der an der Luft schnell trocknet und brüchig wird. Mikroreaktionen auf Harz oder kautschukartige Körper führen zu keinem positiven Resultat. Extrahieren mit Tetrachlorkohlenstoff, Behandeln mit 5% Kalilauge in der Wärme, Schütteln des Schleimes mit Äther geben keine nennenswerten Rückstände.

Die Natur der glänzenden Kugeln im Stamm.

Im Verlaufe der Untersuchung über das Vorkommen und die Natur der glänzenden, lichtbrechenden Kugeln in den vegetativen Teilen von *Viscum album* drängte sich auch die Frage auf, ob diese Kugeln vielleicht mit den Angaben von Hanausek über die Leimbereitung in irgendeiner Beziehung stehen.

Um eventuelle Verschiedenheiten im Auftreten der lichtbrechenden Kugeln feststellen zu können, wurden innerhalb eines Jahres (August 1926 bis August 1927) jeden Monat Stengel und Blätter verschiedener *Viscum*-Rassen untersucht.[1] Die Kugeln kommen nur im Stamm, nicht jedoch auch in den Blättern vor. An Achsenschnitten zeigt sich, daß die Kugeln, die glänzend, meist gelblich und stark lichtbrechend sind, oft die Größe der Zellkerne überschreiten, sich nur auf das Rindenparenchym und die Epidermiszellen beschränken

[1] Tab. I gibt einen Überblick über den Wechsel der Reichlichkeit des Vorkommens dieser Kugeln innerhalb eines Jahres.

und hier neben reichlichem Chlorophyll vorkommen (Fig. 5). Der zentrale Holzkörper, der reichlich Stärke führt, ist frei von solchen Kugeln. (Bezüglich ihrer Lösungsverhältnisse siehe Tabelle II.) In ihrem Aussehen ähneln die Kugeln sehr Fettropfen. Da bezüglich ihrer chemischen Natur mit verschiedenen Substanzen, wie Fett, ätherisches Öl, Kautschuk, Harz, Schleim und schließlich mit dem von A. Mayer (VIII.) beschriebenen Mesophyllsekret, gerechnet werden mußte, so wurde die mikrochemische Prüfung auch in diesem Sinne vorgenommen. Die Lösungsverhältnisse zeigen im allgemeinen vollständige Übereinstimmung mit den Verhältnissen bei Fetten. Die daraufhin unternommenen Verseifungsversuche (X/1.) blieben ohne Erfolg, auch im Polarisationsmikroskop konnte keine Spur eines Krystallisationsansatzes erkannt werden, während die besonders stark ausgeprägte Kutikula der Rindenschnitte von Seifenkrystallen übersät war. Kochen der Schnitte in Lauge bewirkte eine Vereinigung zu größeren Gebilden ohne Veränderung. Die Kugeln werden von Sudanglyzerin nur schwach gefärbt. Die intensive Rotfärbung, wie sie für Fette charakteristisch ist, bleibt aus. Es scheinen diese Körper keinen Reservestoff darzustellen, und auch von einer den Fetten nahestehenden Substanz kann keine Rede sein, wenngleich die Lösungsverhältnisse, wie sie in nachstehender Tabelle zusammengestellt sind, sich fast vollständig decken.

Tabelle II.

Lösungsmittel	Fett	Kugeln
Wasser kalt	unlöslich	unlöslich
Wasser heiß		
Alkohol 96°	wenig löslich	wenig löslich
Alkohol absol.	unlöslich	teilweise löslich
Äther	löslich	löslich
Petroläther	»	
Schwefelkohlenstoff		
Aceton		»
Eisessig	unlöslich	unlöslich
Tetrachlorkohlenstoff	—	löslich
Benzol	löslich	

Die Kugeln werden von Bromwasser nicht gebräunt. Ferner ergibt sich beim Behandeln mit 5% Kalilauge keine kautschukartige Substanz. Das Ausbleiben der Reaktion mit Essigsäure und mit ammoniakalischer Silbernitratlösung widerlegte die Annahme, daß es Mesophyllsekret sein könnte. Da es für Harze keine spezifischen Reaktionen (X/2.) gibt, die mikrochemisch die Harznatur eines Körpers erweisen lassen, ist man vor allem auf die Löslichkeitsverhältnisse und eventuelle Färbungen angewiesen.

Obwohl allein schon durch die Löslichkeitsverhältnisse der Harz- oder Schleimcharakter der erwähnten Kugeln sehr in Frage stand, wurden dennoch der Vollständigkeit halber Reaktionen mit Kupferacetat und Anilintinktur, allerdings mit negativem Ergebnis, durchgeführt.

Die Färbungen wurden mit Corallinsoda, Methylenblau, Rutheniumrot, Anilintinktur und mit Kupferacetatkalilauge ausgeführt und führten zu keiner Tinktion. Eine Extraktion der Rinde mit Äther ergab nach dem Abdunsten eine grüne Masse, die nicht mehr Klebekraft zeigte als jedes andere Pflanzenextrakt.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Weder aus Beeren noch aus vegetativen Teilen von *Viscum album* läßt sich eine Substanz gewinnen, die genügend Klebekraft hätte, um im Vogelleim wirksam sein zu können. Es lag nahe, die im Rindenparenchym vorhandenen glänzenden Kugeln mit der angeblichen Leimbereitung von Hanausek in Zusammenhang zu bringen. Ihre mikrochemische Prüfung ergab zwar keine vollständige Klärung, doch handelt es sich auf keinen Fall um Kautschuk. Nach den angestellten Versuchen ist die Möglichkeit einer Gewinnung von Vogelleim aus der Rinde von *Viscum album* entschieden in Abrede zu stellen, da sich weder in den Kugeln noch sonst Stoffe von entsprechender Klebekraft und Menge nachweisen lassen. Eine weitere Frage ist nun die, ob die Beeren von *Loranthus* das richtige Ausgangsmaterial darstellen, da die *Viscum*-Beeren hiefür auf keinen Fall in Betracht kommen. Bezüglich *Loranthus* bestärkte mich auch die Nachfrage bei Forstleuten, die mir *Loranthus* (im Volke Eichenmistel genannt, woraus sich auch die ständige Verwechslung von *Viscum* und *Loranthus* erklärt) als das richtige Pflanzenmaterial bezeichneten, weil sie selbst Leim daraus herstellen. Mistelschleim trocknet aus, sagte mir ein Jäger. Davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man *Viscum*- und *Loranthus*-Schleim auf dem Objektträger längere Zeit an der Luft stehen läßt. *Viscum*-Schleim wird trocken, brüchig, während *Loranthus*-Schleim klebrig bleibt. Diese Ergebnisse veranlaßten mich, die diesbezüglichen Verhältnisse bei *Loranthus* einer eingehenden, anatomisch - mikrochemischen Prüfung zu unterziehen.

II. Loranthus europaeus.

a) Untersuchung der Frucht und des Samens.

Entwicklung und Bau von Frucht und Samen.

Die Beere von *Loranthus europaeus* war bisher insoweit Gegenstand einer Untersuchung, als es sich um die vergleichende Bearbeitung ihres Schleimes mit dem von *Viscum* handelte (XIII.).

Die folgenden Untersuchungen wurden teils an frischen, teils an alkoholgehärteten Beeren vorgenommen, die zwecks leichterer Erzielung von guten und dünnen Schnitten zum Teil in Zelloidin eingebettet wurden.

Bevor ich auf die Beschreibung der Beere eingehe, erscheint es mir nicht unwichtig, die Hauptmerkmale der Fruchtentwicklung der Loranthoiden kurz wiederzugeben. Bei den Loranthaceen ist nicht nur der Fruchtknoten, sondern auch die becherförmige Blütenachse an der Fruchtbildung beteiligt. Daher bezeichnet man diese Frucht als Scheinfrucht. Ferner bildet sich in dieser Pflanzenfamilie der Embryosack im zentralen Gewebe, Placenta und Samenknospe sind nur angedeutet, Integumente fehlen vollständig, so daß von Samen und Samenschale nicht gesprochen werden kann. Schließlich ist die Ausbildung eines Calyculus für die Loranthoiden charakteristisch, eines kreisförmigen Saumes am oberen Ende der Frucht, der von der becherförmigen Blütenachse gebildet wird.

Die Frucht ist rund bis eiförmig und von wechselnder Größe. Am oberen etwas abgeflachten Teile sitzt der Calyculus, an der Basis befindet sich eine Ausstülpung, die Ansatzstelle der Frucht. Die Beere besitzt eine hellgelbe Farbe. Sie setzt sich zusammen aus der derben, mehrere Zellreihen umfassenden Beerenhaut, der Schleimschichte und dem Kern, der den Embryo einschließt.

Die beiden äußeren Gewebeschichten, die wir unter dem Namen »fleischige Hülle« zusammenfassen wollen, entstehen aus der becherförmigen Blütenachse. Die Beerenhaut läßt sich verhältnismäßig leicht von der schmutzigweißen Schleimschicht trennen. Die Zellen der ersteren sind tangential gestreckt, dickwandig und heben sich deutlich von denen der Schleimschicht ab, die radiär gegen die Beerenmitte zu angeordnet sind. Die Epidermiszellen der Beerenhaut sind stark kutikularisiert und von einem Wachsmantel umgeben. An Querschnitten erscheint die Beerenhaut als ein mehrzelliger Mantel, der die Schleimschicht umhüllt.

Härtet man die Beeren in Alkohol steigender Konzentration, so gelingen Schnitte durch die Schleimschicht der Beere. Die Zellen sind groß, dünnwandig, plasmareich, radiär gestreckt und werden gegen die Beerenmitte zu kleiner. Jede Zelle enthält eine oder mehrere große Kugeln, deren chemische Natur später behandelt werden soll (Fig. 1). Die Schleimschichte umhüllt die Samenanlage faßt vollständig. Nur am basalen Teil, wo das den Samen umgebende Endokarp sich zu einem kelchartigen Gebilde verstärkt, wird sie durchbrochen.

Die Samenanlage (Fig. 4, *e*, *g*) hat eine eiförmige Gestalt. Sie wird von einem dünnen Häutchen, dem Endokarp, umschlossen, dessen Zellen von einer zähen, klebrigen und braungefärbten Substanz erfüllt sind (Fig. 4, *f*). Durch längeres Behandeln mit Benzol und Eau de Javelle gelingt es, diese Inhaltsstoffe zu lösen, so daß man die Zellstruktur erkennen kann. Es sind dünnwandige und parenchymatische Zellen. Im Endokarp verlaufen in gleichen Abständen sechs Gefäßbündelstränge vom Grunde zum oberen Pol der Samenanlage (Fig. 4, *sp*.). Sie bestehen aus spiralig verdickten Elementen und heben sich als helle Streifen vom dunklen Endokarp ab. An längs geführten Schnitten sieht man, daß sowohl oben

als unten das Endokarp eine bedeutende Verstärkung erfährt. Wie ein spitzer Kegel stülpt sich die obere Endokarpendigung schützend über die Samenanlage. Dieser Teil besteht aus den gleichen, dünnwandigen Zellen und bleibt nur bei vorsichtiger Behandlung erhalten, da er zumeist am Schleim hängen bleibt. Dem unbewehrten Auge erscheint diese Kappe (Fig. 4, *d*) als eine gleichmäßige braune und klebende Masse. Benzolbehandlung läßt die Zellform erkennen. Der basale Teil hat eine kelchförmige Gestalt (Fig. 4, *h*). Im inneren Teile besteht er aus den dünnwandigen Zellen des übrigen Endokarps, die Randpartie besteht aus runden bis ovalen, stark verdickten, reichlich von Porenkanälen durchzogenen Zellen (Fig. 2) und den Gefäßen, die hier ansetzen.

Der Same oder Kern hat eine eiförmige Gestalt, oben eine Abflachung und am unteren Pol eine Ausbuchtung, die sich in das becherförmige Gewebsgebilde des Endokarps einfügt.

Das Endosperm hat große Zellen, die reichlich Chlorophyll und Stärke und in geringerer Menge Eiweiß führen. Die äußerste Zellreihe ist kleiner und stark kutikularisiert. Besonders diese epidermalen Zellen führen viel Stärke, die gegen den Keimling nach innen zu abnimmt. An der früher erwähnten Ausstülpung geht die Kutikularisierung drei bis vier Zellreihen ins Innere des Endosperms. Interzellularen und einfache Tüpfel sind häufig. Dort, wo das Endosperm an den Keimling grenzt, liegt eine aus langgestreckten, schmalen und gedrückt erscheinenden Zellen bestehende Schicht, die verschleimt ist.

Im ersten Drittel bis Hälfte des Endosperms setzt der Keimling an. Er ist länglich und erfährt in seiner Mitte eine Einschnürung, um im Hypocotyl wieder breiter zu werden. Ein Embryo ist die Regel bei *Loranthus*. An Querschnitten mitten durch die Samenanlage sieht man im hellgrünen Endosperm die dunkelgrünen Kotyledonen liegen. Bei genügend hoch geführten Schnitten sieht man die Trennungswände der Kotyledonen, die nur im oberen Teile frei sind. Die Zellen der Kotyledonen sind nur im unteren Teil gleichmäßig groß und führen viel Chlorophyll und etwas Stärke. Gegen die Spitze zu werden die Zellen bedeutend kleiner und dünnwandiger. Lückenlos aneinanderschließend und noch kleiner sind die Hypocotylzellen, die mit Chlorophyll vollgepfropft sind. Ihre epidermalen Zellen sind kutikularisiert. Diese Zone beschränkt sich nicht nur auf den aus dem Endosperm hervorragenden Hypocotylteil, sondern reicht auch tief ins Endosperm hinein. Die leitenden Elemente des Keimlings, die aus dem Hypocotyl in die Kotyledonen ziehen, sind wenig differenziert und unterscheiden sich nur durch ihre langgestreckte Gestalt von den anderen Zellen.

Die mikrochemische Untersuchung.

Die Beerenhaut zeigt im reifen Zustand eine schöne hellgelbe Farbe. Die Zellen derselben, die deutliche Zellulosereaktion geben, sind von einer granuliert erscheinenden gelben Masse

erfüllt. Untersucht man unreife Stadien fortlaufend bis zur Reife, so kommt man zur Einsicht, daß es degenerierte Chromatophoren sind. Der gelbe Farbstoff stammt also von Chromatophoren, die in reichlicher Menge vorhanden sind. Gegen konzentrierte Schwefelsäure sind die gelben Massen sehr resistent. Behandelt man aber mit dem von Molisch (X/3) angegebenen Reagenz (alkoholische KOH), so erhält man nach einigen Tagen in jeder Zelle gelbe Farbtropfen, die nunmehr mit konzentrierter Schwefelsäure blau werden. Es handelt sich also ohne Zweifel um einen karotinartigen Farbkörper. Weder in alkoholischer Kalilauge noch in konzentrierter Resorzinlösung (1:1 mit H_2O) (X/4) erhielt ich Krystalle. Es scheint demnach ein Körper jener Gruppe vorzuliegen, die keine Krystallisation zeigen. Doch ist dieses Urteil mit Vorsicht aufzunehmen, da andere Autoren (XVIII) öfters nach langen Zeiträumen Krystalle beobachten konnten.

Die Hauptmenge der Frucht ist Schleim. Tschirch (XIV) unterscheidet nach ihrem Verhalten zu Jod, beziehungsweise Chlorzinkjod Zelluloseschleime, ferner echte Schleime und Gummi (Chlorzinkjod, Gelb- bis Braunfärbung) und schließlich Amyloide (durch Jod gebläut). Echte Schleime sind in Kupferoxydammoniak unlöslich. Die Schleime sind in chemischer Hinsicht noch unzureichend bekannt. Beziehungen zu Pektinsubstanzen und Gummi sind vielleicht vorhanden, konnten aber nicht immer mit Bestimmtheit nachgewiesen werden (II). Mangin (VII) teilt auf Grund ihres Verhaltens die Schleime in Zellulose-, Pektose- und Kalloseschleime ein. Drückt man den *Loranthus*-Schleim aus der Beere, so erscheint er dem unbewehrten Auge als eine gleichmäßige Masse. Unter dem Mikroskop fallen vor allem die in der schleimigen Grundmasse reichlich vorhandenen kugeligen, farblosen und lichtbrechenden Körperchen auf. Sie verändern unter Druck ihre Gestalt, werden länglich oder birnenförmig. Um näheren Aufschluß über den Bau der Schleimzellen zu erhalten, ist man, wie früher erwähnt, auf die Härtung mit Alkohol angewiesen. Der Schleim (XIII) wird von Jodtinktur und Schwefelsäure gelb bis braun gefärbt, desgleichen von Chlorzinkjod. Methylenblau färbt stark und dauernd, Kongorot färbt stark rot, ebenso Safranin. Die Färbung mit Safranin läßt sich durch Waschen entfernen, Anilinblau hingegen färbt dauernd blau. Alle Färbungen bleiben einige Zeit in 2% Borsäure bestehen, verschwinden aber rasch in Säuren, Glyzerin und Alkohol. Rutheniumrot, das für Pektinstoffe am häufigsten angewendete Färbungsmittel, gibt eine starke und dauernde Färbung. In Bleiazetat gerinnt er und ist optisch inaktiv. In Wasser quillt er auf, zerfällt in Flocken und löst sich zum Teil. Alkohol bewirkt in mit Schleim digeriertem Wasser Ausflockung. Oxalsäure und Kalilauge lösen ihn auf, Cuoxam allein nicht. Nach diesem Verhalten kann der *Loranthus*-Schleim wohl als Pektinschleim bezeichnet werden. Von den erwähnten Kugeln sagt Toman (XIII), daß sie von Jodverbindungen tief rotbraun gefärbt werden, von Sudanglyzerin gelbrot,

von Alkanna rosarot. Osmiumsäure schwärzt sie. Löslich sind sie in Schwefelkohlenstoff und Benzol. Nach diesen Eigenschaften kommt er zu dem raschen Ergebnis, daß ein wachs- oder fettartiger Körper vorliege. Auffallend ist, daß von keinem Versuch, diese Körper zu verseifen, die Rede ist. Ich habe als charakteristische Eigenschaft dieser Kugeln in den Schleimzellen nicht nur die Jod, sondern auch die Bromanreicherung mit zweiprozentigem Bromwasser feststellen können, eine Eigenschaft, die sie den kautschukartigen Körpern nahestellt. Löslich fand ich sie in Äther, Benzol und Schwefelkohlenstoff. Die Kugeln sind unverseifbar.

Die Kugeln sind in 96 % Alkohol unlöslich. Schüttelt man Schleim längere Zeit mit Alkohol und läßt ihn abdunsten, so bleibt eine etwas fadenziehende, harzähnliche Substanz zurück. Wird der so behandelte Schleim mit Äther geschüttelt, so erhält man einen grauweißen, kautschukartigen, starkklebenden Rückstand nach dem Abdunsten des Äthers. Parallele Versuche mit Beerenschleim von *Viscum* ergaben nach der Alkoholschüttelung einen ähnlichen Rückstand. Die Ätherschüttelung war negativ. Alle bisher angeführten, zur Ansicht Toman's gegensätzlichen Eigenschaften lassen eine kautschukartige Substanz als Inhaltsstoff der Schleimzellen mit Bestimmtheit erkennen. Damit ist auch die Ansicht Toman's über die Bedeutung des Schleimes zu bezweifeln. Er vertritt die Ansicht, daß Zelluloseschleim (der Mistelschleim besteht aus Zellulose), weil er verdaulich ist, den Vögeln als Nahrung diene und so zur Verbreitung der Samen beitrage. Da nun Pektoseschleim nicht verdaulich ist, hält er die angeblichen Fettkugeln als Lockmittel für die Vögel.

Ich glaube mich der Ansicht Tubeuf's anschließen zu müssen, die dahin geht, daß der Schleim ausschließlich als Anheftungsmaterial der Keimlinge diene (XV, p. 397). In den reifen Beeren fand ich die früher beschriebenen, dünnwandigen Zellen des Endokarps von einer braunen kautschukartigen Masse erfüllt, die an Schnitten keine deutliche Struktur zeigte, weil der zähe Inhalt beim Schneiden sich verändert und die Zellgrenzen verdeckt. Die Verteilung fand ich so, daß die Spitze des Endokarps am meisten enthält. Die verdickten Zellen enthalten wenig oder gar nichts davon. Gegenüber Reagenzien verhält sie sich sehr widerstandsfähig. Löslich fand ich sie wie Kautschuk. Färbungen gelingen keine, außer mit Jod und Brom. An Zelloidinschnitten sieht man oft aus dem spitzen oberen Ende Tropfen dieser Substanz austreten, die deutlich die Bromreaktion geben. Extrahiert man das Endokarp mit Benzol und läßt abdunsten, so erhält man eine stark klebende, fadenziehende, kautschukartige Substanz. Die parenchymatischen Zellen geben nach Lösen des Kautschuks eindeutig die Zellulosereaktion, die Spiralgefäße und die verdickten Zellen erweisen sich durch Rotfärbung mit Phloroglucinsalzsäure als verholzt.

Die Samenanlage erscheint demnach von einer Gewebeschicht vollständig eingeschlossen, die einem Kautschukmantel gleichkommt.

Dieser dient wohl in erster Linie zur Anheftung der Keimlinge, wahrscheinlich auch als Schutz gegen frühzeitige Keimung, wenn die Samen durch Vogelfraß bloßgelegt sind. Um der Kautschukentstehung näherzutreten, wurden auch unreife Früchte in den Monaten Juni bis Oktober untersucht. Schon die ganz jungen Früchte geben beim Zerdrücken zwischen den Fingern eine klebrige Substanz. Von den Kugeln in der Schleimschicht ist zu sagen, daß sie Brom weitaus weniger speichern. Nach Brombehandlung lassen sie eine membranartige Außenhaut und Tröpfchen im Innern erkennen. Es liegt die Vermutung nahe, ihr Entstehen aus Vakuolen zu erklären. Oft zeigen sie auch Risse. Während die Endokarpschichte der reifen Beeren keinen genauen Einblick in das Zellinnere mehr gestattet, sieht man an Schnitten durch unreife alkoholgehärtete Beeren zumeist einen grünlichbraun gefärbten Klumpen, der in der Grundmasse Kugeln und Körnchen erkennen läßt. Die Zellwände sind intakt, Plasma und Kern vorhanden. Färbungen der Klumpen gelingen nie. Weiters wurden auch die von anderen Autoren (VI, X/5) angeführten Reagenzien, wie Kalilauge, Millon, Fehling, Alkanna und Eisenchlorid verwendet. Das nun mikrochemisch erwiesene Vorkommen von Kautschuk wurde auch makrochemisch bestätigt.

Werden trockene Beeren in der Wärme mit 5% Kalilauge behandelt, so sondert sich eine dunkle, stark klebende Substanz ab, die von der Flüssigkeit getrennt und getrocknet den Rohkautschuk darstellt.

Trockene Beeren wurden überdies im Soxhlet zwei Tage mit Tetrachlorkohlenstoff ausgezogen. Die gewonnene Lösung war rotbraun gefärbt. Nach dem Abdunsten des Lösungsmittels blieb rotbrauner Kautschuk in verhältnismäßig reichlicher Menge zurück. Wie sich dieser Kautschukgehalt ziffermäßig auswirkt, darüber möge nachfolgend angeführte quantitative Bestimmung ein Bild geben.

Die Bestimmung ergab bei einem Frischgewicht von 61·74 *g* ein Trockengewicht von 16·68 *g*, mithin einen Wasserverlust der Beeren von 45·06 *g*. An Rohkautschuk verblieb nach der Extraktion 5·95 *g*.

Die Bestimmung zeigt einen Wasserverlust von 75%, der sich durch den großen Schleimgehalt der Beeren leicht erklären läßt. An Rohkautschuk enthält die Beere 36% bezogen auf das Trockengewicht, 9·7% bezogen auf das Frischgewicht. Mehrere Bestimmungen zeigten kleine Unterschiede, die auf die wechselnde Beerengröße zurückzuführen sind.

Die Körper der Kautschukgruppe werden vorzugsweise aus Milchsäften abgeschieden, die gegliedert oder ungegliedert aus Initialzellen hervorgehen, welche schon im Embryo angelegt sind (XII). Sie führen während der Samenreife Milchsaft, während sie noch mit dem Milchröhrensystem der Mutterpflanze in Verbindung stehen und entstehen durch Wachstum oder Verzweigung dieser Initialzellen. Es hat den Anschein (XVII), als würden in den meisten Milchsäften Kautschuk oder kautschukähnliche Körper vorkommen. In großer Menge findet er sich in zahlreichen tropischen und subtropischen Pflanzenarten aus der Familie der *Euphorbiaceae*, *Apocynaceae*, *Asclepiadaceae*, *Campanulaceae*, *Moraceae* und *Compositae*. Aber

auch in vielen bei uns einheimischen Repräsentanten dieser Familie, wahrscheinlich in allen, welche Milchsaft führen, findet sich dieser Körper, aber in so verschwindend kleiner Menge, daß ihre Ausnützung nicht in Frage kommt.

In den tropischen Mistelarten *Struthanthus syringifolius* und *Phtirusa Theobromae* findet er sich in parenchymatischen Zellen, die von Milchsaft erfüllt sind. Die Untersuchung der kautschukführenden Endokarpschicht von *Loranthus* gab keine Anhaltspunkte, die auf Entstehung aus Milchsaft schließen ließen. Der Umstand, daß nicht nur die tropischen Misteln, sondern auch die einheimische *Loranthus*-Beere Kautschuk führt, zeigt wiederum, wie in so vielen anderen Fällen, daß die Verwandtschaft auch im Chemismus vielfach zum Ausdruck kommt.

Lage und Beschaffenheit des Kautschuks bei den tropischen Loranthaceen (VI).

Struthantus.

Die Kautschukschichte ist hier die äußerste Zellreihe des Perikarps. Sie geht ziemlich gleichmäßig um die ganze Frucht, nur ganz oben gegen die Blütennarbe zu wird sie dünn und der Kautschukmantel geht in mehrere Spitzen aus. In den Zellen sind gelbgraue Kautschukklumpen, die folgende Reaktionen zeigen: Löslich in Äther, Benzol, Toluol und Schwefelkohlenstoff. Die Zellen geben Zellulosereaktion, mit Kalilauge, Millon, Jod, Alkanna, Osmiumsäure und Eisenchlorid werden Färbungen angegeben.

Phtirusa.

Auch hier führt die äußerste Schichte des Perikarps Kautschuk. Sie umfaßt durchschnittlich drei Zellreihen mit netzig verdickten Zellwänden, die mit Chlorzinkjod als Zellulose identifiziert werden. Der Kautschuk liegt in Gestalt wurstförmiger Massen in den Zellen und wird von Jod gelb gefärbt und hinterläßt nach dem Lösen mit Benzolalkohol einen gelbkörnigen Rückstand. —

Schließlich wurde von Mayr (IX) im Endosperm von *Loranthus* an alkoholkonserviertem Material das Vorhandensein von Eiweißkrystallen beobachtet, die schon nach sechs Tagen durch Einwirkung des Alkohols auftreten. Im Verlaufe meiner Untersuchungen mit *Loranthus*-Beeren konnte ich dieses Vorkommen nicht bestätigen, ohne die Richtigkeit obiger Beobachtung anzuzweifeln. Es scheint demnach ihre Bildung stark von der Art des Eindringens des Alkohols und vielleicht auch von anderen Umständen abhängig zu sein.

b) Die vegetativen Teile von *Loranthus* enthalten keine Stoffe, die für Leimgewinnung in Betracht kommen.

III. Käuflicher Vogelleim.

Zu Vergleichszwecken wurde Vogelleim, wie er bei Vogelhändlern erhältlich ist, untersucht. Er stellt eine dunkelgrüne, stark klebende, fadenziehende Masse dar, die übel riecht. Die Hauptmasse ist in Äther, Benzol und Schwefelkohlenstoff glatt löslich. Wird der Leim mit 5% Kalilauge in der Wärme behandelt, so schwimmt oben der Kautschuk, während die Verunreinigungen zu Boden sinken. Wie bei den *Loranthus*-Beeren wurde auch der Leim mit Tetrachlorkohlenstoff im Soxhlet extrahiert. Es resultierte ein hellgrüner, fast durchsichtiger Kautschuk, der an der Luft dunkelte. Die Rückstände aus der Extraktion wurden einer mikroskopischen

Prüfung unterzogen. Es fanden sich reichlich Beerenhäute, die auf Grund ihrer Gestalt und auch der Inhaltsstoffe ihrer Zellen leicht als von *Loranthus* stammend erkannt werden konnten. Typisch war das reichliche Vorkommen der Endokarpendigungen, deren becherförmige Gestalt und verholzte und verdickte Zellen klar bewiesen, daß der Leim aus *Loranthus*-Beeren bereitet wurde. Nebst anderen Verunreinigungen, die bei Bereitung der ungereinigten Beeren leicht hineingeraten, konnte ich keine Gewebsfragmente finden, die auf ein anderes Pflanzenmaterial hätten schließen lassen.

Unter dem Namen Viscin wird bald eine schleimartige Substanz (Toman, Gjokič, Czapek), bald ein harzartiger Körper verstanden (XVI.). Da im Schleim, beziehungsweise in den Beeren der Loranthaceen sowohl Kautschuk und harzartige Körper sich finden, kann von einer einheitlichen chemischen Substanz, die sich mikrochemisch erfassen ließe, nicht die Rede sein. Braunhauser (I.) fand im käuflichen Vogelleim, in dem in Petroläther löslichen Teil, folgende Substanzen: einen Kohlenwasserstoff von der Zusammensetzung $C_{30}H_{62}$, Cerylalkohol, verschiedene Fettsäuren, Kautschuk, zwei amorphe Harzkörper, krystallisierende Fettsäuren usw.

IV. Vergleich zwischen der Loranthus- und Viscum-Beere.

	Loranthus europaeus	*Viscum album*
Beerenhaut.	Gelb gefärbt durch einen karotinartigen Farbstoff, die verhältnismäßig dickwandigen Zellen geben Zellulosereaktion.	Schmutzigweiß, in den Zellen wenig Chlorophyllkörner, Gefäße; Zellen dünnwandig, geben Zellulosereaktion.
Schleimschicht.	Zellen dünnwandig, radiär gestreckt, Pektinschleim, in den Zellen kugelige kautschukartige Körper.	Zellen dünnwandig, Zelluloseschleim, die Zellen besitzen spiralige Wandverdickungen.
Endokarp.	Verschieden stark, besteht aus dünnwandigen parenchym. Zellen, welche Kautschuk führen, ferner verdickten Zellen im basalen Teil und Spiralgefäßen. Beide verholzt, geben Phloroglucinsalzsäurereaktion, die Parenchymzellen Zellulosereaktion.	Weiße, dünnwandige, silberglänzende Gewebeschicht. Besteht aus abgespalteten, netzförmig verdickten Zellen und Spiralgefäßen. Beide verholzt. Geben Phloroglucinsalzsäurereaktion. Die verdickten Zellen enthalten Pektinstoffe. Kein Kautschuk!
Samenanlage.	Ein Embryo.	Ein, zwei oder drei Embryonen.

(Fortsetzung der Tabelle von vorhergehender Seite.)

	Loranthus europaeus	*Viscum album*
Endosperm.	Große, parenchym., Stärke, Eiweiß und chlorophyllführende Zellen mit einfachen Tüpfeln und Interzellularen. Die epidermalen Zellen sind kutikularisiert.	Große, parenchym. Stärke und Chlorophyll führende Zellen mit einfachen Tüpfeln und Interzellularen. Epidermis kutikularisiert. Außerdem ein Wachsmantel.
Cotyledonen.	Parenchym. Zellen mit Stärke und Chlorophyll, die gegen die Spitzen zu kleiner werden.	Dieselbe Charakteristik.
Hypocotyl.	Kleine, dünnwandige, chlorophyllreiche und plasmareiche Zellen. Leitende Elemente wenig differenziert. Die epidermalen Zellen des aus dem Nährgewebe herausragenden Teiles sind kutikularisiert. Zwischen Hypocotyl und Endosperm verschleimte Zellen.	Kleine, dünnwandige chlorophyll- und plasmareiche Zellen. Leitende Elemente aus Spiralgefäßen bestehend. Hypocotylscheitel auch kutikularisiert, über demselben und zwischen dem Nährgewebe Pektinschleim.

V. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Da in der Literatur wiederholt Angaben zu finden sind, daß für die Herstellung des Vogelleimes Beeren und vegetative Teile von *Viscum album* in Betracht kommen, wurde durch eine eingehende Untersuchung versucht, diesbezüglich Klarheit zu schaffen. Es wurde festgestellt, daß weder aus Beeren noch aus vegetativen Teilen von *Viscum album* sich eine Substanz gewinnen läßt, die genügend Klebekraft hätte, um im Vogelleim wirksam zu sein.

Auch die gelben glänzenden Kugeln, die in der Achse von *Viscum* sich finden, können für eine eventuelle Leimbereitung auf keinen Fall in Betracht kommen. Ihre mikrochemische Natur konnte zwar nicht vollends aufgeklärt werden, doch handelt es sich auf keinen Fall um Kautschuk, sondern um einen Körper fettartiger Natur. Für die Bereitung des Leimes kommt ausschließlich die *Loranthus*-Beere in Betracht, die anatomisch und mikrochemisch untersucht wurde.

Die Beerenhaut von *Loranthus* enthält einen karotinartigen Farbstoff, der nicht zur Krystallisation gebracht werden konnte. Die Zellen der Schleimschicht sind dünnwandig und radiär gestreckt. Sie führen Pektinschleim und glänzende Kugeln, die kautschukartige Eigenschaften aufweisen.

Die Elemente des Endokarps bestehen aus parenchymatischen dünnwandigen Zellen, aus verdickten verholzten Zellen und spiralig verdickten Elementen.

In der Kutikularisierung der epidermalen Zellen des Endosperms und des Hypocotyls besitzt der Samen einen Transpirationsschutz für die trockene Keimungszeit. (Analog *Viscum.*)

Der Same von *Loranthus* enthält immer nur einen Embryo, dessen Cotyledonen partiell verwachsen sind. Die parenchymatischen Zellen des Endokarps, insbesondere im oberen Teile, bisweilen auch die verdickten Zellen, führen reichlich Kautschuk.

Das Vorkommen von Kautschuk wurde auch makrochemisch erwiesen. Die quantitative Bestimmung ergab einen Gehalt von 36% auf das Trockengewicht, von 9·7% auf das Frischgewicht bezogen.

Die makrochemische und mikroskopische Prüfung des käuflichen Vogelleimes und vom *Viscum* bestätigt aufs Neue die Behauptung, daß *Loranthus* das richtige Pflanzenmaterial liefert, um einen Vogelleim darstellen zu können.

Es sei mir auch an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Hofrat Prof. Dr. H. Molisch für die Zuweisung der Arbeit, sowie seine wertvolle Anregung und Unterstützung aufrichtigst zu danken.

Auch Herrn Prof. Dr. Klein und besonders Herrn Dozent Dr. Kisser bin ich für ihre Ratschläge zu großem Dank verpflichtet.

VI. Literaturverzeichnis.

I. Braunhauser, J., Zur Chemie heterotropher Phanerogamen. VI. Mitteilung. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, Abt. IIb, Bd. 134, Heft 16, Wien 1925.

II. Czapek, F., Biochemie der Pflanze. Jena 1905, I., p. 582.

III. Endlich, R., Der Guajule und seine wirtschaftliche Bedeutung. Tropenpflanzer. Jahrg. 9, Berlin 1905, Nr. 5, p. 233.

IV. Gjokič, G., Zur Anatomie der Frucht und des Samens von *Viscum*. Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. 135, Abt. I, Juni 1896.

V. Hanausek, Th., Die Gewinnung des Vogelleimes aus der Rinde des Mistelstengels. Pharmazeutische Post 1918.

VI. Iltis, H., Über das Vorkommen und die Entstehung des Kautschuks bei den Kautschukmisteln. Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. 120, Abt. I, März 1911.

VII. Mangin, L., Bull. de la soc. bot. de France. Bd. XLI, 1894, p. 41.

VIII. Mayer, A., Das während des Assimilationsprozesses in den Chloroplasten entstehende Sekret. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. Jahrg. 35, 1917, p. 586.

IX. Mayr, J., Über freie Eiweißkrystalle im Endosperm der Samen von *Loranthus europaeus*. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, Abt. I, Bd. 135, Heft 9, p. 34, Wien 1926.

X. Molisch, H., Mikrochemie der Pflanze. Jena 1921.
1. p. 118 ff.
2. » 167 ff.
3. 250 ff.
4. 251 ff.
5. 170 ff.

XI. Reinsch, R., Beiträge zur chemischen Kenntnis der weißen Misteln. In Weidingers Warenlexikon, Leipzig 1896, p. 870.

XII. Schmalhausen, Beiträge zur Kenntnis der Milchsaftbehälter der Pflanzen. Mem. de l'acad. d. sc. d. St. Petersbourg, Serie VIII, T. XXIV, 1877.

XIII. Toman, G., Vergleichende Untersuchungen über die Beschaffenheit des Fruchtschleimes von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* und der biologischen Bedeutung. Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. 115, B. Abt. I, 1906.

XIV. Tschirch, A., Angewandte Anatomie. Wien, Leipzig 1899, p. 193 ff.

XV. Tubeuf, K., Monographie der Mistel, München und Berlin 1923.

XVI. Weidinger, G., Warenlexikon. Leipzig 1896, p. 871.

XVII. Wiesner, J., Rohstoffe des Pflanzenreiches. 3. Aufl., Bd. I, p. 437

XVIII. Wisselingh, C., Über die Nachweisung und das Vorkommen von Carotinoiden den Pflanzen. Flora, Neue Folge, Bd. VII, Heft 4, 1915.

VII. Erklärungen zu den Zeichnungen

Fig. 1 bis 4 betrifft Schnitte durch die *Loranthus*-Beere.

Fig. 1. Zellen aus der Schleimschicht mit den Kugeln (Längsschnitt). Vergr. 120.

Fig. 2. Verdickte Zellen aus dem Endokarpende mit vereinzelten Kautschukkugeln (Längsschnitt). Vergr. 400.

Fig. 3. Endokarpzellen mit Kautschukklumpen (Querschnitt durch eine unreife Beere). Vergr. 120.

Fig. 4. Schematischer Längsschnitt durch die Beere.

a = Calyculus.
b = Beerenhaut.
c = Schleimschicht.
d = Spitze Kappe des Endokarps.
e = Keimling.
f = Endokarp.
sp = Spiralgefäße.
g = Endosperm.
h = Stielartiger basaler Endokarpteil.

Fig. 5. Zellen aus dem Rindenparenchym von *Viscum album* mit den Kugeln. (Der Übersichtlichkeit halber sind die reichlichen Chlorophyllkörner in der Zeichnung weggelassen.) Querschnitt. Vergr. 270.

Schiller, F.: Zur Kenntnis der Frucht von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* und der Gewinnung von Vogelleim.

Tafel.

